

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-342000  
(43)Date of publication of application : 08.12.2000

(51)Int.Cl.

H02P 21/00  
H02P 5/28

(21)Application number : 2000-072287

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 15.03.2000

(72)Inventor : IURA HIDEAKI  
IDE KOZO  
FUJII SHUICHI

(30)Priority

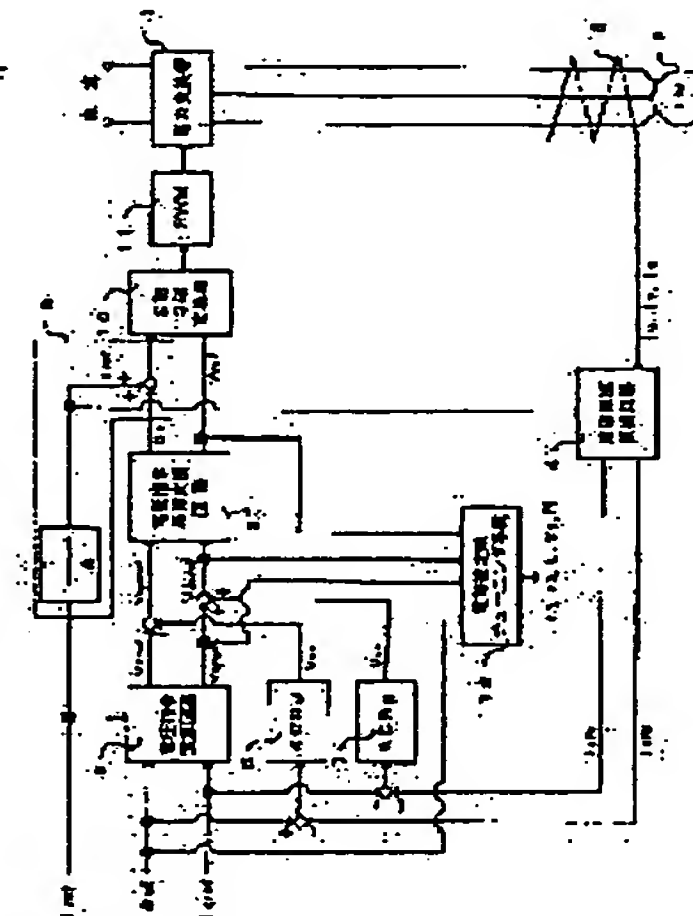
Priority number : 11079234 Priority date : 24.03.1999 Priority country : JP

(54) EQUIPMENT AND METHOD FOR CONTROLLING INDUCTION MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control driving of an induction motor by accurately tuning the constants of an induction motor while taking drop in the on-state voltage of an inverter main circuit power element taken into consideration, with the induction motor in an out-of-operation state.

SOLUTION: A controller of an induction motor 2 is provided with a PWM generation circuit 11, which generates a PWM signal from the output voltage command of each phase and supplies it to a power converter 1. In this case, the controller is also provided with a motor constant tuning means 12, which tunes the resistance of the induction motor 2, the drop of on-state voltage of a main circuit power element, the leakage inductance and the mutual inductance based on the output voltage command and a primary current detected value, with the induction motor 2 kept in an out-of-operation state.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流を任意の周波数と電圧の交流に変換して誘導電動機に供給する電力変換器と、前記誘導電動機に供給される1次電流を検出する電流検出回路と、前記誘導電動機に供給される1次電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、与えられた励磁電流指令値と与えられたトルク電流指令値とから励磁電流方向電圧指令とトルク電流方向電圧指令を演算する電圧指令演算回路と、前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、前記励磁電流方向電圧指令を前記励磁電流制御回路の出力で補償した値と前記トルク電流方向電圧指令を前記トルク電流制御回路の出力で補償した値を入力し、電圧指令と電圧位相指令を出力する電圧指令座標変換回路と、前記電圧位相角指令と与えられた出力周波数指令を積分することにより得られた位相角指令を加えた出力電圧位相角指令を演算する出力電圧位相角指令演算回路と、前記出力電圧位相角指令と前記電圧指令とを入力し、各相の出力電圧指令に変換する2相3相変換回路と、前記各相の出力電圧指令よりPWM信号を生成して前記電力変換器に供給するPWM発生回路とを備えた誘導電動機の制御装置において、前記誘導電動機を停止させたままの状態

で、前記出力電圧指令と前記1次電流検出値から前記誘導電動機の抵抗及び主回路パワー素子のオン電圧降下量及び漏れインダクタンス及び相互インダクタンスをチューニングする電動機定数チューニング手段を有することを特徴とする誘導電動機の制御装置。

【請求項2】 前記電動機定数チューニング手段によりチューニングされた誘導電動機の定数により前記誘導電動機を制御することを特徴とする請求項1記載の誘導電動機の制御装置。

【請求項3】 前記電動機定数チューニング手段は、前記誘導電動機に少なくとも2種類以上の直流電流指令を与え、その電流検出値が前記直流電流指令値に一致するような前記出力電圧指令値を求め、その直流電流に比例する成分を誘導電動機の1次抵抗、比例しない一定値を主回路パワー素子のオン電圧降下量とする手段からなることを特徴とする請求項1または2記載の誘導電動機の制御装置。

【請求項4】 前記電動機定数チューニング手段は、回転停止状態の前記誘導電動機に停止状態を維持するに十分な周波数からなる高周波の電圧を印加し、前記誘導電動機を停止状態に維持し、前記電圧指令値と前記電流検出値に基づいて2次抵抗及び漏れインダクタンスのチューニングをする手段からなることを特徴とする請求項1または2記載の誘導電動機の制御装置。

【請求項5】 電力変換器主回路のパワー素子のオン電

圧降下量を前記パワー素子に流れる電流 $I_{fb}$ に対して、前記電流に比例する成分と一定値 $V_0$ とに近似し、前記電流に比例する成分は誘導電動機の1次抵抗 $r_1$ に含め前記パワー素子のオン電圧降下量 $V_0$ は電流に比例しない一定値とし、

トルク電流指令値 $I_{qref}$ と周波数指令 $f_{ref}$ を零に設定し、

2種類の励磁電流指令値 $I_{dref1}$ 、 $I_{dref2}$ を与えたときの出力電圧指令値をそれぞれ $V_{ref1}$ 、 $V_{ref2}$ とし、前記誘導電動機の1次抵抗 $r_1$ とパワー素子のオン電圧降下量 $V_0$ をそれぞれ

$$r_1 = (V_{ref1} - V_{ref2}) / \{2(I_{dref1} - I_{dref2})\}$$

$$V_0 = (V_{ref1} I_{dref2} - V_{ref2} I_{dref1}) / (I_{dref2} - I_{dref1})$$

として求めることを特徴とする誘導電動機の制御方法。

【請求項6】 電力変換器主回路のパワー素子のオン電圧降下量を前記パワー素子に流れる電流 $I_{fb}$ に対して、前記電流に比例する成分と一定値 $V_0$ とに近似し、前記電流に比例する成分は誘導電動機の1次抵抗 $r_1$ に含め前記パワー素子のオン電圧降下量 $V_0$ は電流に比例しない一定値とし、

トルク電流指令値 $I_{qref}$ と周波数指令 $f_{ref}$ を零に設定し、

複数の励磁電流指令値 $I_{dref1}$ 、 $I_{dref2}$ 、...、 $I_{drefN}$  ( $N$ は3以上の整数)を与え、前記励磁電流指令値に対応する出力電圧指令値 $V_{ref1}$ 、 $V_{ref2}$ 、...、 $V_{refN}$ を求め、

複数の前記励磁電流指令値と前記出力電圧指令値に基づいて前記誘導電動機の1次抵抗 $r_1$ とパワー素子のオン電圧降下量 $V_0$ を求めることを特徴とする誘導電動機の制御方法。

【請求項7】 トルク電流指令値 $I_{qref}$ と周波数指令 $f_{ref}$ を零、励磁電流指令値を $I_{dref1}$ 、 $I_{dref3}$ に設定し誘導電動機に印加し、

しばらく経過した後に、前記電圧指令値 $V_{ref3}$ で出力電圧指令をリミットした状態で前記周波数指令 $f_{ref}$ を前記誘導電動機が停止状態を維持するに十分な周波数 $f_{ref3}$ に変更し、

一定時間経過後に前記出力電圧指令のリミットを外して電流制御を再開し、この時の前記補償後励磁電流方向電圧指令値 $V_{dcref3}$ 及び前記補償後トルク電流方向電圧指令 $V_{qcref3}$ を求め、前記誘導電動機の2次抵抗 $r_2$ 及び漏れインダクタンス $L$ を

$$r_2 = V_{dcref3} / I_{dref3} - r_1$$

$$L = V_{qcref3} / (I_{dref3} \times 2\pi f_{ref})$$

として求めることを特徴とする誘導電動機の制御方法。

【請求項8】 前記電動機定数チューニング手段は、前記誘導電動機に直流励磁する為の電圧を印加し、前記誘導電動機を停止状態に維持し、直流励磁した二次磁束を微小変化させる信号を電圧指令あるいは電流指令に重畳



し、電流検出値と前記電圧指令または電圧検出値とに基づいて相互インダクタンスを演算し、相互インダクタンスをチューニングするものである請求項1または2記載の誘導電動機の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は誘導電動機を停止したままの状態、誘導電動機の抵抗及び漏れインダクタンス及び相互インダクタンスを高精度にチューニングし、高精度に誘導電動機を制御する誘導電動機の制御装置とその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来技術として、誘導電動機を停止したままの状態、誘導電動機の定数をチューニングする方法として、単相交流を誘導電動機に供給し、d軸電流検出値あるいはq軸電流検出値をフーリエ級数展開し、誘導電動機の定数を求めていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】誘導電動機を高精度に制御するためには、誘導電動機の定数を正確に知る必要があるが、そのためには誘導電動機を回転させる必要があった。しかし、誘導電動機を停止させたまま、誘導電動機の定数をチューニングする要求に答えるためには、従来技術のように単相交流を印加し、フーリエ級数展開を利用していた。ところがこの方法は、ソフトが複雑になり、ソフトの処理時間が長くなり、ソフトに大きな記憶容量を要するといった問題があった。さらにインバータ主回路素子のオン電圧降下量は、主回路素子自体のばらつきがあるためこれまで簡単に補償できなかった。例えば、インバータ主回路素子のオン電圧降下量はIGBT使用時0.5～2ボルトの値をもつがこの素子のオン電圧降下量は従来考慮されておらず測定精度が悪かった。特にセンサレスベクトル制御では、低速領域においてこのオン電圧降下の影響が大きくなるため、誘導電動機定数の測定精度が低くなっていたため、低速領域での速度制御性能が悪かった。そこで本発明は誘導電動機を停止状態で、インバータ主回路パワー素子のオン電圧降下量を考慮して誘導電動機の定数を高精度にチューニングし、その結果を利用して誘導電動機を高精度に駆動制御する装置とその制御方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は直流を任意の周波数と電圧の交流に変換して誘導電動機に供給する電力変換器と、前記誘導電動機に供給される1次電流を検出する電流検出回路と、前記誘導電動機に供給される1次電流を励磁電流検出値とトルク電流検出値に変換して出力する座標変換回路と、与えられた励磁電流指令値と与えられたトルク電流指令値とから励磁電流方向電圧指令とトルク電流方向電圧指令

を演算する電圧指令演算回路と、前記励磁電流指令値と前記励磁電流検出値とが一致するように励磁電流方向電圧を制御する励磁電流制御回路と、前記トルク電流指令値と前記トルク電流検出値とが一致するようにトルク電流方向電圧を制御するトルク電流制御回路と、前記励磁電流方向電圧指令を前記励磁電流制御回路の出力で補償した値と前記トルク電流方向電圧指令を前記トルク電流制御回路の出力で補償した値を入力し、電圧指令と電圧位相指令を出力する電圧指令座標変換回路と、前記電圧位相指令と与えられた出力周波数指令を積分することにより得られた位相角指令を加えた出力電圧位相角指令を演算する出力電圧位相角指令演算回路と、前記出力電圧位相角指令と前記電圧指令とを入力し、各相の出力電圧指令に変換する2相3相変換回路と、前記各相の出力電圧指令よりPWM信号を生成して前記電力変換器に供給するPWM発生回路とを備えた誘導電動機の制御装置において、前記誘導電動機を停止させたままの状態、前記出力電圧指令と前記1次電流検出値から前記誘導電動機の抵抗及び主回路パワー素子のオン電圧降下量及び漏れインダクタンス及び相互インダクタンスをチューニングする電動機定数チューニング手段を有することを特徴とするものである。また、前記電動機定数チューニング手段によりチューニングされた誘導電動機の定数により前記誘導電動機を制御することを特徴とするものである。また、前記電動機定数チューニング手段は、前記誘導電動機に少なくとも2種類以上の直流電流指令を与え、その電流検出値が前記直流電流指令値に一致するような前記出力電圧指令値を求め、その直流電流に比例する成分を誘導電動機の1次抵抗、比例しない一定値を主回路パワー素子のオン電圧降下量とする手段からなることを特徴とするものである。また、前記電動機定数チューニング手段は、回転停止状態の前記誘導電動機に停止状態を維持するに十分な周波数からなる高周波の電圧を印加し、前記誘導電動機を停止状態に維持し、前記電圧指令値と前記電流検出値に基づいて2次抵抗及び漏れインダクタンスのチューニングをする手段からなることを特徴とするものである。また、電力変換器主回路のパワー素子のオン電圧降下量を前記パワー素子に流れる電流 $I_{fb}$ に対して、前記電流に比例する成分と一定値 $V_0$ とに近似し、前記電流に比例する成分は誘導電動機の1次抵抗 $r_1$ に含め前記パワー素子のオン電圧降下量 $V_0$ は電流に比例しない一定値とし、トルク電流指令値 $I_{qref}$ と周波数指令 $f_{ref}$ を零に設定し、2種類の励磁電流指令値 $I_{dref1}$ 、 $I_{dref2}$ を与えたときの出力電圧指令値をそれぞれ $V_{ref1}$ 、 $V_{ref2}$ とし、前記誘導電動機の1次抵抗 $r_1$ とパワー素子のオン電圧降下量 $V_0$ をそれぞれ

$$r_1 = (V_{ref1} - V_{ref2}) / \{ 2 (I_{dref1} - I_{dref2}) \}$$

$$V_0 = (V_{ref1} I_{dref2} - V_{ref2} I_{dref1}) / (I_{dref2} - I_{dref1})$$

として求めることを特徴とする制御方法である。また、

電力変換器主回路のパワー素子のオン電圧降下量を前記パワー素子に流れる電流  $I_{fb}$  に対して、前記電流に比例する成分と一定値  $V_0$  とに近似し、前記電流に比例する成分は誘導電動機の1次抵抗  $r_1$  に含め前記パワー素子のオン電圧降下量  $V_0$  は電流に比例しない一定値とし、トルク電流指令値  $I_{qref}$  と周波数指令  $f_{ref}$  を零に設定し、複数の励磁電流指令値  $I_{dref1}$ 、 $I_{dref2}$ 、...、 $I_{drefN}$  ( $N$  は3以上の整数) を与え、前記励磁電流指令値に対応する出力電圧指令値  $V_{ref1}$ 、 $V_{ref2}$ 、...、 $V_{refN}$  を求め、複数の前記励磁電流指令値と前記出力電圧指令値に基づいて前記誘導電動機の1次抵抗  $r_1$  とパワー素子のオン電圧降下量  $V_0$  を求めることを特徴とする誘導電動機の制御方法である。また、トルク電流指令値  $I_{qref}$  と周波数指令  $f_{ref}$  を零、励磁電流指令値を  $I_{dref} = I_{dref3}$  に設定し誘導電動機に印加し、しばらく経過した後に、前記電圧指令値  $V_{ref3}$  で出力電圧指令をリミットした状態で前記周波数指令  $f_{ref}$  を前記誘導電動機が停止状態を維持するに十分な周波数  $f_{ref3}$  に変更し、一定時間経過後に前記出力電圧指令のリミットを外して電流制御を再開し、この時の前記補償後励磁電流方向電圧指令値  $V_{dcref3}$  及び前記補償後トルク電流方向電圧指令  $V_{qcref3}$  を求め、前記誘導電動機の2次抵抗  $r_2$  及び漏れインダクタンス  $L$  を

$$r_2 = V_{dcref3} / I_{dref3} - r_1$$

$$L = V_{qcref3} / (I_{dref3} \times 2\pi f_{ref})$$

として求めることを特徴とする制御方法である。また、前記電動機定数チューニング手段は、前記誘導電動機に直流励磁する為の電圧を印加し、前記誘導電動機を停止状態に維持し、直流励磁した二次磁束を微小変化させる信号を電圧指令あるいは電流指令に重畳し、電流検出値と前記電圧指令または電圧検出値とに基づいて相互インダクタンスを演算し、相互インダクタンスをチューニングするものである請求項1または2記載の誘導電動機の制御装置である。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。図1は本発明における誘導電動機の制御装置の実施形態の構成を示すブロック図である。本実施形態における誘導電動機の制御装置は、電力変換器1、誘導電動機2、電流検出器3、電流座標変換回路4、電圧指令演算回路5、励磁電流制御回路6、トルク電流制御回路7、電圧指令座標変換回路8、出力電圧位相角指令演算回路9、2相3相座標変換回路10、PWM発生回路11、誘導電動機の抵抗及びパワー素子のオン電圧降下量及び漏れインダクタンス及び相互インダクタンスをチューニングする電動機定数チューニング手段12を備えている。電力変換器1は、与えられた直流電圧あるいはパワー素子により三相交流を変換した直流電圧をPWM制御方式により任意の周波数と電圧の交流に変換し、誘導電動機2に供給する。電流検出

器3は、誘導電動機2に供給される電流を検出する。電流座標変換回路4は、前記電流検出器3で検出された電流を励磁電流検出値  $I_{dfb}$  とトルク電流検出値  $I_{qfb}$  に変換して出力する。電圧指令演算回路5は、与えられた励磁電流指令値  $I_{dref}$  と与えられたトルク電流指令値  $I_{qref}$  とから励磁電流方向電圧指令  $V_{dref}$  とトルク電流方向電圧指令  $V_{qref}$  を演算する。励磁電流制御回路6は、前記励磁電流指令値  $I_{dref}$  と前記励磁電流検出値  $I_{dfb}$  とが一致するように励磁電流方向電圧補償値  $V_{dc}$  を演算する。トルク電流制御回路7は、前記トルク電流指令値  $I_{qref}$  と前記励磁電流検出値  $I_{qfb}$  とが一致するようにトルク電流方向電圧補償値  $V_{qc}$  を演算する。電圧指令座標変換回路8は、前記励磁電流方向電圧指令  $V_{dref}$  を前記励磁電流方向電圧補償値  $V_{dc}$  で補償した補償後励磁電流方向電圧指令値  $V_{dcref}$  と前記  $V_{qcref}$  トルク電流方向電圧指令  $V_{qref}$  を前記トルク電流方向電圧補償値  $V_{qc}$  で補償した補償後トルク電流方向電圧指令値を入力し、電圧指令  $V_{ref}$  と電圧位相指令  $\theta_v$  を出力する。出力電圧位相角指令演算回路9は、前記電圧位相角指令  $\theta_v$  と与えられた出力周波数指令を積分することにより得られた位相角指令  $\theta_{fref}$  を加えた出力電圧位相角指令  $\theta_{ref}$  を出力する。2相3相座標変換回路10は、前記電圧指令  $V_{ref}$  を後記位相角依存電圧補償回路の出力である電圧補償量で補償した出力電圧指令  $V_{iref}$  と前記出力電圧位相角指令  $\theta_{ref}$  とを入力し、各相の出力電圧指令に変換する。PWM発生回路11は、前記2相3相座標変換回路から出力された各相の出力電圧指令よりPWM信号を生成し、前記電力変換器1を駆動する。誘導電動機の抵抗及びパワー素子のオン電圧降下量及び漏れインダクタンスをチューニングする電動機定数チューニング手段12は、前記誘導電動機が停止状態で、前記出力電圧指令と前記1次電流検出値から前記誘導電動機の抵抗及びパワー素子のオン電圧降下量及び漏れインダクタンス及び相互インダクタンスをチューニングする。本チューニングは予め運転前に行うか、運転指令が入力された直後に実施し、チューニングした前記誘導電動機の定数を利用して、前記誘導電動機は駆動される。

【0006】次に本発明の一つである停止した状態での前記誘導電動機の抵抗及びパワー素子のオン電圧降下量及び漏れインダクタンス及び相互インダクタンスをチューニングする方法について説明する。まず、前記誘導電動機の1次抵抗及びパワー素子のオン電圧降下量の測定方法について説明する。ここで、電力変換器のパワー素子のオン電圧降下量は通常使う領域ではパワー素子に流れる電流  $I_{fb}$  に対して、電流に比例する成分と一定値に近似することができる。このため、電流に比例する成分は誘導電動機の1次抵抗  $r_1$  に含め、電力変換器のパワー素子のオン電圧降下量  $V_0$  は電流に比例しない一定値とする。この関係を表すと(1)式となる。

【0007】



$$V = r_1 I_{fb} + V_0$$

【0008】そして、トルク電流指令値 $I_{qref}=0$ 、周波数指令 $f_{ref}=0$ に設定し、2種類または2種類以上の励磁電流指令値 $I_{dref}$ を設定し、前記誘導電動機に直流電流を流し、出力電圧指令 $V_{ref}$ の関係を求める。ここでは例として、2種類の励磁電流指令値 $I_{dref1}$ 、 $I_{dref2}$ を与えた

$$r_1 = (V_{ref1} - V_{ref2}) / \{ 2 (I_{dref1} - I_{dref2}) \}$$

)

$$V_0 = (V_{ref1} I_{dref2} - V_{ref2} I_{dref1}) / (I_{dref2} - I_{dref1})$$

3)

【0010】と求められる。ここでは、2種類の励磁電流指令値について説明したが、3種類以上でも同様にして求められる。すなわちトルク電流指令値 $I_{qref}$ と周波数指令 $f_{ref}$ を零に設定し、複数の励磁電流指令値 $I_{dref1}$ 、 $I_{dref2}$ 、...、 $I_{drefN}$  ( $N$ は3以上の整数)を与え、前記励磁電流指令値に対応する出力電圧指令値 $V_{ref1}$ 、 $V_{ref2}$ 、...、 $V_{refN}$ を求め、複数の前記励磁電流指令値と前記出力電圧指令値に基づいて前記誘導電動機の1次抵抗 $r_1$ とパワー素子のオン電圧降下量 $V_0$ を最小自乗法等で演算し、求めることができる。また、本方法は直流電流指令を与えて前記誘導電動機の抵抗 $r_1$ 及びパワー素子のオン電圧降下量を測定するため、前記励磁電流指令値や前記トルク電流指令値を任意に設定することで、直流電流指令としてもよい。次に誘導電動機の2次抵抗と漏れインダクタンスのチューニング方法について説明する。トルク電流指令値 $I_{qref}=0$ 、周波数指令 $f_{ref}=0$ 、励磁電流指令値 $I_{dref}=I_{dref3}$ を設定し、誘導電動機に印加する。しばらく経過した後、この時の電圧指令値 $V_{ref3}$ で出力電圧指令をリミットした状態で、周波数指令 $f_{ref}$ を高周波数である $f_{ref3}$ に変更する。この操作により前記誘導電動機は脱調状態になり、3相交流を印加しているにもかかわらず、前記誘導電動機を停止状態にすることができる。そして、出力電圧指令のリミットを外して、電流制御を再開する。この時の前記補償後励磁電流方向電圧指令値 $V_{dcref3}$ 及び前記補償後トルク電流方向電圧指令 $V_{qcref3}$ を求める。ここで、前記補償後励磁電流方向電圧指令値、前記補償後トルク電流方向電圧指令値はそれぞれ誘導電動機の抵抗による電圧降下、漏れインダクタンスによる電圧降下に相当する。そこで、前記誘導電動機の2次抵抗 $r_2$ 及び漏れインダクタンス $L$ は

$$r_2 = V_{dcref3} / I_{dref3} - r_1$$

$$L = V_{qcref3} / (I_{dref3} \times 2\pi f_{ref})$$

【0012】と求められる。本方法では2次側の漏れインダクタンスを1次換算し、1次側の漏れインダクタンスに含めている。

【0013】次に、誘導電動機の相互インダクタンスをチューニングする方法について説明する。相互インダクタンスをチューニングする為には通常無負荷運転する必要があるが、本発明では誘導電動機を停止させてチューニングする特徴がある。誘導電動機を直流励磁することにより、誘導電動機の回転子を停止状態にする。直流電流が流れている場合には、二次回路に電流が流れない

$$v_1 = r_1 i_1 + L \frac{di_1}{dt} + M \frac{d}{dt}(i_1 - i_2)$$

$$0 = r_2 i_1 - M \frac{d}{dt}(i_1 - i_2)$$

【0015】本実施例では電流指令値を基準として説明するが、電圧指令を基準にしても同様に上式を解くことができる。まず、電流指令として、励磁電流指令 $I_1$ と二次磁束を変化させる為の信号として、低周波数の交流電流指令 $I_1 e^{j\omega t}$ を与える。電流制御により電流指令

(1)

場合について説明する。このとき前記出力電圧指令値がそれぞれ $V_{ref1}$ 、 $V_{ref2}$ になったとすると、前記誘導電動機の1次抵抗 $r_1$ 及びパワー素子のオン電圧降下量 $V_0$ はそれぞれ(2)、(3)式より求められる。

【0009】

(2)

(

ref=0、励磁電流指令値 $I_{dref}=I_{dref3}$ を設定し、誘導電動機に印加する。しばらく経過した後、この時の電圧指令値 $V_{ref3}$ で出力電圧指令をリミットした状態で、周波数指令 $f_{ref}$ を高周波数である $f_{ref3}$ に変更する。この操作により前記誘導電動機は脱調状態になり、3相交流を印加しているにもかかわらず、前記誘導電動機を停止状態にすることができる。そして、出力電圧指令のリミットを外して、電流制御を再開する。この時の前記補償後励磁電流方向電圧指令値 $V_{dcref3}$ 及び前記補償後トルク電流方向電圧指令 $V_{qcref3}$ を求める。ここで、前記補償後励磁電流方向電圧指令値、前記補償後トルク電流方向電圧指令値はそれぞれ誘導電動機の抵抗による電圧降下、漏れインダクタンスによる電圧降下に相当する。そこで、前記誘導電動機の2次抵抗 $r_2$ 及び漏れインダクタンス $L$ は

【0011】

(4)

(5)

為、二次回路に電流を流す為には二次磁束を変化させる必要がある。この方法として、直流励磁した二次磁束を微小変化させる信号を電圧指令あるいは電流指令に重畳する。この信号は周波数の低い正弦波や三角波やのこぎり波等が望ましい。このとき誘導電動機は図2の等価回路で表せるので、(6)、(7)式の方程式が成立する。電圧指令と電流検出値がわかれば(6)、(7)式を解くことにより相互インダクタンス $M$ を求めることができる。

【0014】

【数1】

(6)

(7)

と電流検出値が一致するように電圧指令を制御する。このとき、図2の等価回路の電圧・電流を

【0016】

【数2】

$$v_1 = V_1 + V_1' e^{j\omega t + \theta}, i_1 = I_1 + I_1' e^{j\omega t}, i_2 = I_2' e^{j\omega t}, \frac{di_1}{dt} = j\omega I_1' e^{j\omega t}, \frac{di_2}{dt} = j\omega I_2' e^{j\omega t} \quad (8)$$

【0017】とおき、(6)、(7)式に代入すると、【数3】

【0018】

$$v_1 = V_1 + V_1' e^{j\omega t + \theta} = r_1 I_1 + r_1 I_1' e^{j\omega t} + j\omega L I_1' e^{j\omega t} + j\omega M (I_1' - I_2') e^{j\omega t} \quad (9)$$

$$0 = j\omega M (I_1' - I_2') e^{j\omega t} - r_2 I_2' e^{j\omega t} \quad (10)$$

【0019】となる。この方程式を直流成分と交流成分に分けて解くと、直流成分より

$$r_1 = \frac{V_1}{I_1} \quad (11)$$

【0021】が得られる。また、交流成分を考えるにあたり

$$V_1' e^{j\omega t + \theta} = V_{1\alpha}' + jV_{1\beta}', I_1' e^{j\omega t} = I_{1\alpha}' \quad (12)$$

【0023】とおくと、(9)式の実成分のみを考える

$$M = \frac{r_2 V_{1\alpha}' - r_1 I_{1\alpha}'}{\omega V_{1\beta}' - \omega L I_{1\alpha}'} \quad (13)$$

【0025】が得られる。(13)式に電圧指令値及び電流検出値を代入することにより相互インダクタンスをチューニングすることができる。本実施例は実成分に着目して解いたが、虚成分に着目して解いたり、絶対値や位相成分を使って解くこともできる。

【0026】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、誘導電動機を停止した状態でしかもインバータ主回路パワー素子自体のオン電圧降下量を測定考慮して誘導電動機の抵抗及び漏れインダクタンス及び相互インダクタンスを高精度にチューニングすることができる。さらにそのチューニング結果を利用して、誘導電動機を駆動することにより、誘導電動機を高精度に制御できるという効果がある。本発明は、電圧指令値と電流検出値に基づいて電動機定数を測定し、設定できるため、誘導電動機に位置・速度検出器、インバータ出力電圧を検出する電圧検出器を持たないセンサレスベクトル制御に最適である。インバータ主回路素子のオン電圧降下量も考慮しているため、センサレスベクトル制御での低速領域においても速

度制御性能を向上できる。

【図面の簡単な説明】

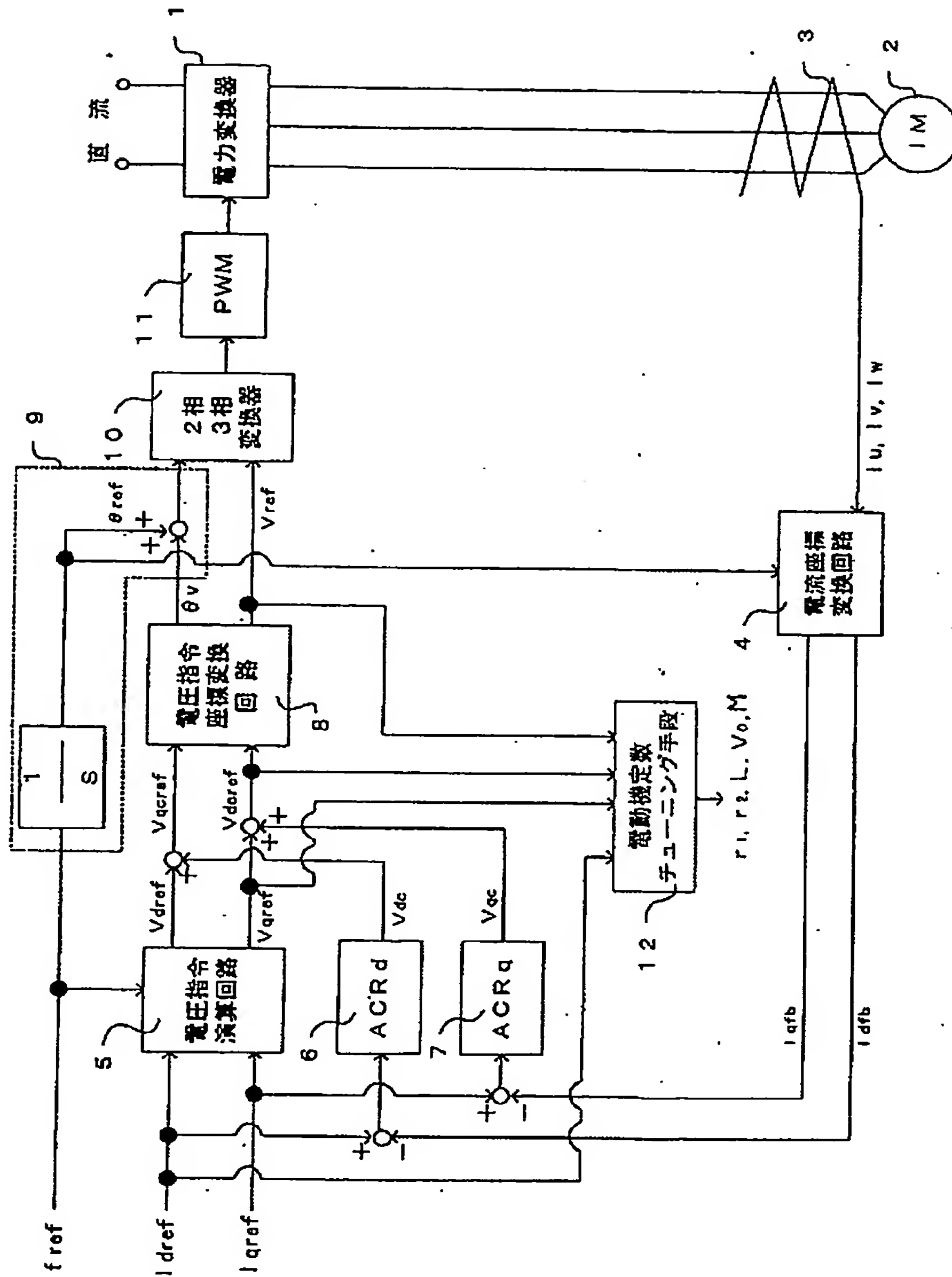
【図1】本発明における誘導電動機の制御装置の実施形態の構成を表すブロック図

【図2】誘導電動機の等価回路（モーター相分）

【符号の説明】

- 1 電力変換器
- 2 誘導電動機
- 3 電流検出器
- 4 電流座標変換回路
- 5 電圧指令演算回路
- 6 励磁電流制御回路
- 7 トルク電流制御回路
- 8 電圧指令座標変換回路
- 9 出力電圧位相角指令演算回路
- 10 2相3相座標変換回路
- 11 PWM発生回路
- 12 電動機定数チューニング手段

【图 1】





【図 2】

